

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-090539

(43)Date of publication of application : 10.04.1998

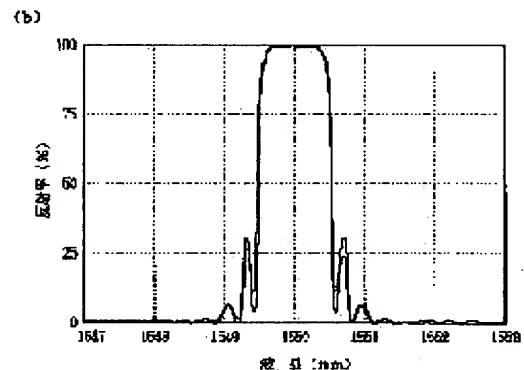
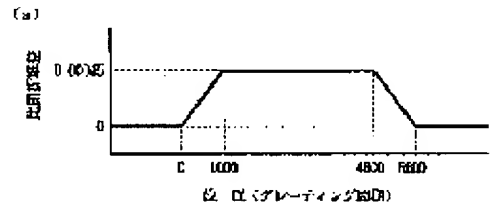
(51)Int.Cl. G02B 6/122  
G02B 5/18(21)Application number : 08-240655 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>(22)Date of filing : 11.09.1996 (72)Inventor : NOGUCHI KAZUHIRO  
KAWAKAMI WATARU

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE GRATING AND ITS FORMING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make possible thinning a middle wavelength area unusable for multi-separation of a wavelength multiplex optical signal by providing the area that a refractive index difference between a minimum refractive index and a maximum refractive index increases from its end part toward the central part on both end parts of a grating area.

SOLUTION: The area that the refractive index difference between the minimum refractive index and the maximum refractive index in a periodical refractive index change increases from the end part of the grating area toward the central part is provided on both end parts of the grating area. In such a manner, by changing the refractive index difference of both end parts of the grating area in the longitudinal direction, the middle wavelength area is thinned. Further, by forming the changes of the refractive index differences of both end parts of the grating area symmetrically to the central part of the grating, an excellent reflectance characteristic is obtained. For instance, the area that the refractive index difference by 1000 layers much is changed linearly is provided on both end parts of the grating area.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**English Translation of JP laid-open 10-90539**

[0021] (First embodiment of fabricating method: claims 3, 4, 6) Fig. 5 shows a first embodiment of fabricating method of the invention. In Fig. 5 (a), ultraviolet light emitted from ultraviolet laser 11 is separated into two light beams of equal intensity by a half-mirror 12. The two light beams are altered in the optical path by total reflection mirrors 13-1, 13-2 disposed parallel to each other, and are radiated to intersect with each other on an optical fiber 14 composing the grating. A mask 15 moves on the optical fiber 14, and thereby changes the quantity of ultraviolet light emitted in the longitudinal direction at both ends of the grating region. Fig. 5 (b) shows the mask 15 and optical fiber 14 as seen from the mask side, in which the plane shape of the mask 15 and the moving direction are indicated by arrow. Hatching portion in the drawing indicates the region of total reflection or absorption of ultraviolet light, while blank portion shows the passing region of ultraviolet light. The width of ultraviolet light passing portion is gradually narrower from the upper end toward the lower end.

[0023] Refractive index distribution depending on the ultraviolet irradiation time in the grating region can be freely controlled by the pattern shape of the mask 15 and its moving speed. For example, in the case of using a linear mask pattern

as shown in Fig. 5 (b), the refractive index distribution as shown in Fig. 1 (a) and Fig. 2 (a) can be controlled by adjusting the moving speed constant, or the refractive index distribution as shown in Fig. 3 (a) and Fig. 4 (a) can be controlled by varying the moving speed depending on the shape. Or when the moving speed is constant, mask patterns may be prepared depending on the profile of the refractive index distribution as shown in Fig. 6. Herein, diagram (a) is a mask pattern forming a refractive index distribution of sinusoidal waveform, and (b) is a mask pattern forming a refractive index distribution of parabolic profile.

[0024] (Second embodiment of fabricating method: claims 3, 4, 7) Fig. 7 shows a second embodiment of fabricating method of the invention. In Fig. 7 (a), the ultraviolet laser 11, half-mirror 12, total reflection mirrors 13-1, 13-2, and optical fiber 14 composing the grating are same in configuration and function. Movable parts of movable shutters 16-1, 16-2 are moved along the optical fiber 14, and the quantity of ultraviolet light emitted in the longitudinal direction at both ends of the grating region is varied. Fig. 7 (b) shows the movable shutters 16-1, 16-2 and optical fiber 14 as seen from the movable shutter side, in which the plane shape of the movable shutters 16-1, 16-2 and the moving direction of the movable parts are indicated by arrow. Hatching portion in the drawing indicates the movable parts of the movable shutters 16-1, 16-2 for shielding the ultraviolet

light, and ultraviolet light is emitted to the optical fiber 14 between them.

[0027] (Third embodiment of fabricating method: claims 3, 5, 8) Fig. 8 shows a third embodiment of fabricating method of the invention. In Fig. 8 (a), the ultraviolet laser 11, half-mirror 12, total reflection mirrors 13-1, 13-2, and optical fiber 14 composing the grating are same in configuration and function. A mask 17 lowers the transmissivity of ultraviolet light from the center toward the both ends, and thereby changes the quantity of ultraviolet light emitted in the longitudinal direction at both ends of the grating region. Fig. 8 (b) shows the mask 17 and optical fiber 14 as seen from the mask side, in which the transmissivity distribution of the mask 17 is shown in gradation. The transmissivity is high in white area and low in black area.

Fig. 1

- 1 First embodiment of optical waveguide grating of the invention
- 2 Specific Refractive index difference
- 3 Position (grating period)
- 4 Reflectivity
- 5 Wavelength

Fig. 5

1 First embodiment of fabricating method of the invention

Fig. 6

2 Other embodiment of mask 15

3 Sinusoidal refractive index distribution profile

4 Parabolic refractive distribution index profile

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-90539

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>G 0 2 B 6/122  
5/18

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12  
5/18

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-240655  
(22) 出願日 平成8年(1996) 9月11日

(71) 出願人 000004226  
日本電信電話株式会社  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号  
(72) 発明者 野口 一博  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内  
(72) 発明者 川上 弥  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

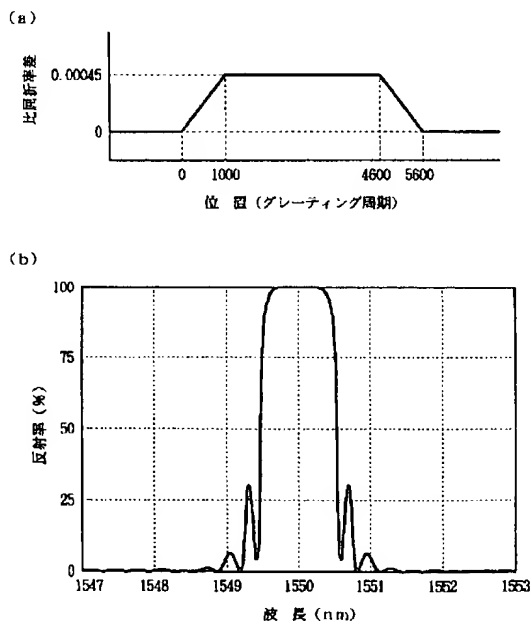
(54) 【発明の名称】 光導波路グレーティングおよびその作成方法

(57) 【要約】

【課題】 グレーティングの反射率特性において波長多重光信号の多重分離に使用できない中間波長領域を狭小化する。

【解決手段】 グレーティング領域の両端部に、周期的な屈折率変化における極小屈折率と極大屈折率との屈折率差が、グレーティング領域の端部から中央部に向かって増加する領域を設ける。

本発明の光導波路グレーティングの第1の実施形態



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路上に2光束に分離した紫外線を照射し、その光導波路上に生じた干渉縞に応じて周期的な屈折率変化として形成されたグレーティング領域を有する光導波路グレーティングにおいて、

上記グレーティング領域の両端部に、上記周期的な屈折率変化における極小屈折率と極大屈折率との屈折率差が、上記グレーティング領域の端部から中央部に向かって増加する領域が設けられたことを特徴とする光導波路グレーティング。

【請求項2】 請求項1に記載の光導波路グレーティングにおいて、

グレーティング領域の両端部の屈折率差の変化が、上記グレーティングの中央部に対して対称に形成されたことを特徴とする光導波路グレーティング。

【請求項3】 単一波長の紫外光光源から出射された紫外光を2つの光束に分離し、

上記2つの光束の光路を変更し、グレーティングを作成する光導波路上で互いに交差するように照射し、

上記光導波路上に形成されるグレーティング領域の両端部で長手方向に上記紫外光の光量を変化させる手段を用いて、請求項1または2に記載の光導波路グレーティングを作成することを特徴とする光導波路グレーティングの作成方法。

【請求項4】 請求項3に記載の光導波路グレーティングの作成方法において、

グレーティング領域の両端部で長手方向に紫外光の光量を変化させる手段は、上記紫外光を照射する範囲を時間とともに変化させる手段を用いることを特徴とする光導波路グレーティングの作成方法。

【請求項5】 請求項3に記載の光導波路グレーティングの作成方法において、

グレーティング領域の両端部で長手方向に紫外光の光量を変化させる手段は、上記紫外光の光強度を照射位置に応じて変化させる手段を用いることを特徴とする光導波路グレーティングの作成方法。

【請求項6】 請求項4に記載の光導波路グレーティングの作成方法において、

紫外光の透過する幅が変化する可動マスクを光導波路に直角な方向に移動させ、上記紫外光を照射する範囲を時間とともに変化させることを特徴とする光導波路グレーティングの作成方法。

【請求項7】 請求項4に記載の光導波路グレーティングの作成方法において、

紫外光の透過範囲を可変させる可動シャッターを光導波路上で開閉させ、上記紫外光を照射する範囲を時間とともに変化させることを特徴とする光導波路グレーティングの作成方法。

【請求項8】 請求項5に記載の光導波路グレーティングの作成方法において、

紫外光の透過率が中央部から両端部に向かって低くなるマスクを光導波路上に配置し、上記紫外光の光強度を照射位置に応じて変化させることを特徴とする光導波路グレーティングの作成方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の波長の光信号を多重または分離する波長多重分離素子として用いられる光導波路グレーティングおよびその作成方法に関する。なお、以下の説明では、グレーティングを形成する光導波路として光ファイバを用いた例を示すが、石英基板上に作成された光導波路にグレーティングを形成する場合でも同様である。

【0002】

【従来の技術】光ファイバグレーティングは、光ファイバを構成するガラス材料の屈折率が紫外光照射によって変化することを利用して作成される。図9は、従来の光ファイバグレーティングの作成方法の一例を示す。図において、紫外光レーザ11には、通常KrFレーザ等の高出力なエキシマレーザが用いられる。紫外光レーザ11から出力された紫外光は、ハーフミラー12で2つの等強度の光ビームに分離される。2つの光ビームは、互いに平行に配置された全反射ミラー13-1、13-2で光路が変更され、グレーティングを作成する光ファイバ14上で互いに交差するように照射される。光ファイバ14上では2つの光ビームが互いに干渉し、周期 $\Lambda = \lambda / 2 \cos \alpha$ の干渉縞の光強度分布を形成する。ここで、 $\lambda$ は紫外光の波長であり、 $\alpha$ は光ファイバ14に入射する紫外光の入射角である。

【0003】一般に、ある種の光ファイバでは紫外光の照射によって光損傷が生じ、照射部分の屈折率が増加する。したがって、紫外光の干渉縞が形成された光ファイバ14のコア中には、図10に示すように干渉縞の光強度分布に対応した周期的な屈折率変化が生じる。すなわち、紫外光が照射された部分には、幅および周期が一定の屈折率変化が生じ、それ以外の部分では一定の屈折率が保たれる。この屈折率変化の包絡線（図中破線）は矩形波状になる。このような屈折率分布により、波長 $2n\Lambda$ に近い波長成分のみを選択的に反射し、それ以外の波長成分の光を低損失で透過する光フィルタが形成される。ここで、 $n$ は光ファイバコア部の平均屈折率である。

【0004】図11は、従来の光ファイバグレーティングの屈折率分布と反射率特性の一例を示す。(a)は、図10に対応する屈折率分布を示す。横軸はグレーティングの位置を示し、単位はグレーティング周期である。縦軸は比屈折率差である。(b)は、反射率特性の計算結果を示す。横軸は波長(nm)、縦軸は反射率(%)である。中心に幅1.0nmに渡って反射率の非常に高い領域があり、その両側では反射率が周期的に変化しながら次



第に減衰して0に収束していく。しかし、その収束は遅く、中心波長から3.0nm程度離れた波長においても最大約2.5%の反射率が観測される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図11に示すように、矩形波状の屈折率分布をもった従来の光ファイバグレーティングでは、反射波長域の中心から反射波長域の3倍隔たった波長でも周期的な透過率の変動が観測され、一様かつ低損失な透過領域とはならない。すなわち、反射波長領域の隣に、透過波長領域として使用できない波長領域（以下「中間波長領域」という）が存在することになる。したがって、このような光ファイバグレーティングで波長多重光信号の多重分離を行おうとすると、中間波長領域の波長を使用することができないので、各光信号の波長間隔を広く設定せざるを得ない。一方、低損失で伝送できる波長帯域も限られているので、波長多重伝送システムで利用できる波長数は少なくなり、伝送効率が低下する。

【0006】本発明は、波長多重光信号の多重分離に使用できない中間波長領域を狭小化できる光導波路グレーティングおよびその作成方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の光導波路グレーティングは、グレーティング領域の両端部に、周期的な屈折率変化における極小屈折率と極大屈折率との屈折率差が、グレーティング領域の端部から中央部に向かって増加する領域を設ける。このようにグレーティング領域の両端部の屈折率差を長手方向に変化させることにより、中間波長領域を狭小化することができる。また、グレーティング領域の両端部の屈折率差の変化が、グレーティングの中央部に対して対称に形成する（請求項2）ことにより、良好な反射率特性を得ることができる。

【0008】請求項3の光導波路グレーティングの作成方法は、単一波長の紫外光光源から出射された紫外光を2つの光束に分離し、2つの光束の光路を変更し、グレーティングを作成する光導波路上で互いに交差するように照射する際に、光導波路上に形成されるグレーティング領域の両端部で長手方向に紫外光の光量を変化させる。

【0009】グレーティング領域の両端部で長手方向に紫外光の光量を変化させる手段は、紫外光を照射する範囲を時間とともに変化させる手段を用いる（請求項4）。その方法は、紫外光の透過する幅が変化する可動マスクを光導波路に直角な方向に移動させる（請求項6）、または紫外光の透過範囲を可変させる可動シャッターを光導波路上で開閉させる（請求項7）。

【0010】また、グレーティング領域の両端部で長手方向に紫外光の光量を変化させる手段は、紫外光の光強度を照射位置に応じて変化させる手段を用いる（請求項

5）。その方法は、紫外光の透過率が中央部から両端部に向かって低くなるマスクを光導波路上に配置する（請求項8）。

【0011】

【発明の実施の形態】

（光導波路グレーティングの第1の実施形態）図1は、本発明の光導波路グレーティングの第1の実施形態を示す。(a)は光導波路の屈折率分布を示し、横軸はグレーティングの位置（単位はグレーティング周期）、縦軸は比屈折率差である。グレーティング領域の両端部に、1000層分の屈折率差が直線的に変化する領域を設ける。

【0012】(b)は、反射率特性の計算結果を示す。横軸は波長（nm）、縦軸は反射率（%）である。図に示すように、反射波長領域は、図11(b)に示す従来のものと同様に幅1.0nm程度あるのに対して、その中心波長から1.5nm以上隔たった領域で反射率が0.2%以下に減衰しており、中間波長領域が大幅に狭小化されていることがわかる。

【0013】（光導波路グレーティングの第2の実施形態）図2は、本発明の光導波路グレーティングの第2の実施形態を示す。(a)は光導波路の屈折率分布を示し、横軸はグレーティングの位置（単位はグレーティング周期）、縦軸は比屈折率差である。グレーティング領域の両端部で屈折率差が直線的に変化する領域を2000層分に広げている。

【0014】(b)は、反射率特性の計算結果を示す。横軸は波長（nm）、縦軸は反射率（%）である。本実施形態では、第1の実施形態に比べてさらに速やかに反射率が減衰していることがわかる。このように、グレーティング領域の両端部で屈折率差が変化する領域を広くとることにより、中間波長領域をさらに狭小化させることができる。

【0015】（光導波路グレーティングの第3の実施形態）図3は、本発明の光導波路グレーティングの第3の実施形態を示す。(a)は屈折率分布を示し、横軸はグレーティングの位置（単位はグレーティング周期）、縦軸は比屈折率差である。グレーティング領域の両端部に屈折率差が正弦波状に変化する領域を設ける。グレーティング端部からf層目のグレーティングの位置における比屈折率差 $\Delta n$ は、

$$\Delta n = \Delta n_{\max} \{1 + \cos(\pi f / F_c)\} / 2$$

と表される。ここで、 $\Delta n_{\max}$ はグレーティング中心部の比屈折率差、 $F_c$ は比屈折率差が変化している領域のグレーティング層数である。図3(a)に示す例は、 $\Delta n_{\max} = 0.00045$ 、 $F_c = 2000$ である。

【0016】(b)は、反射率特性の計算結果を示す。横軸は波長（nm）、縦軸は反射率（%）である。本実施形態でも速やかに反射率が減衰することがわかる。このように、グレーティング領域の両端部における屈折率差の変化は必ずしも直線的である必要はなく、正弦波状に

変化させても中間波長領域を狭小化させることができる。

【0017】(光導波路グレーティングの第4の実施形態)図4は、本発明の光導波路グレーティングの第4の実施形態を示す。(a)は屈折率分布を示し、横軸はグレーティングの位置(単位はグレーティング周期)、縦軸は比屈折率差である。グレーティング領域の両端部に屈折率差が放物線状に変化する領域を設ける。グレーティング端部からf層目のグレーティングの位置における比屈折率差 $\Delta n$ は、

$$\Delta n = \Delta n_{\max} \{1 - (f/F_t)^2\}$$

と表される。図4(a)に示す例は、 $\Delta n_{\max} = 0.00045$ 、 $F_t = 2000$ である。

【0018】(b)は、反射率特性の計算結果を示す。横軸は波長(nm)、縦軸は反射率(%)である。本実施形態でも、正弦波状に変化させた場合と同様に速やかに反射率が減衰することがわかる。このように、グレーティング領域の端部から中央部に向かって屈折率差が増加する領域が設けられていれば、その形状によらず中間波長領域を狭小化させることができる。

【0019】一般にグレーティングの屈折率差の変化は、照射する紫外光の光量に応じて決定される。すなわち、紫外光の照射強度または照射時間で決定され、強度が強いほど、または照射時間が長いほど屈折率差の変化は大きくなる。第1および第2の実施形態に示す光導波路グレーティングは、光ファイバに照射する紫外光の光量(照射強度または照射時間)をグレーティング領域の端部から中央部に向かって一様に増加するように変化させることにより作成可能である。第3および第4の実施形態に示す光導波路グレーティングは、屈折率変化の形状に合わせて非直線的に紫外光の光量が増加するように変化させることにより作成可能である。

【0020】また、以上示した光導波路グレーティングの実施形態では、グレーティング領域の屈折率分布が中央部に対して対称になるように形成されているが、必ずしも対称である必要はない。ただし、グレーティング領域の屈折率分布を中央部に対して対称に形成することにより、グレーティングの反射率特性が向上する利点がある(請求項2)。

【0021】(作成方法の第1の実施形態…請求項3、4、6)図5は、本発明の作成方法の第1の実施形態を示す。図5(a)において、紫外光レーザ11から出力された紫外光は、ハーフミラー12で2つの等強度の光ビームに分離される。2つの光ビームは、互いに平行に配置された全反射ミラー13-1、13-2で光路が変更され、グレーティングを作成する光ファイバ14上で互いに交差するように照射される。マスク15は、光ファイバ14上を移動することにより、グレーティング領域の両端部で長手方向に照射する紫外光の光量を変化させる。図5(b)はマスク15および光ファイバ14をマス

ク側からみた図であり、マスク15の平面形状と移動方向を矢印で示す。図中のハッチング部分は、紫外光を全反射または吸収する領域であり、白色部分は紫外光を透過する領域である。紫外光透過部の幅は、上端から下端に向かって徐々に狭まっている。

【0022】紫外光の照射開始時に、マスク15の下端が光ファイバ14の位置にくるようにセットし、照射中はマスク15を所定の速度で紙面の下方向に移動させ、マスク15の上端が光ファイバ14の位置にきたときに照射を終了する。このようにマスク15を移動させることにより、グレーティング領域の端部から中央部に向かって照射時間が増加する領域を作成することができる。なお、マスク15は、照射開始時にその上端を光ファイバ14の位置にセットし、紙面の上方向に移動させても同様である。

【0023】グレーティング領域の紫外光照射時間に応じた屈折率分布は、マスク15のパターン形状とその移動速度によって自由に制御することができる。例えば、図5(b)に示すように直線的なマスクパターンを用いた場合では、図1(a)および図2(a)に示すような屈折率分布は移動速度を一定にすればよく、図3(a)および図4(a)に示すような屈折率分布は移動速度をその形状に合わせて変えればよい。また、移動速度を一定とした場合では、図6に示すような各屈折率分布の形状に合わせてマスクパターンを用意すればよい。ここで、(a)は正弦波状の屈折率分布を形成するマスクパターンであり、(b)は放物線状の屈折率分布を形成するマスクパターンである。

【0024】(作成方法の第2の実施形態…請求項3、4、7)図7は、本発明の作成方法の第2の実施形態を示す。図7(a)において、紫外光レーザ11、ハーフミラー12、全反射ミラー13-1、13-2、グレーティングを作成する光ファイバ14の構成および機能は同様である。可動シャッター16-1、16-2の可動部は、光ファイバ14に沿って移動することにより、グレーティング領域の両端部で長手方向に照射する紫外光の光量を変化させる。図7(b)は可動シャッター16-1、16-2および光ファイバ14を可動シャッター側からみた図であり、可動シャッター16-1、16-2の平面形状と可動部の移動方向を矢印で示す。図中のハッチング部分は、紫外光を遮断する可動シャッター16-1、16-2の可動部であり、その間の光ファイバ14に紫外光が照射される。

【0025】紫外光の照射開始時に、可動シャッター16-1、16-2の間隔をグレーティング領域の幅(長手方向に屈折率分布が存在する領域)に一致するようにセットする。照射中は徐々にシャッター間隔を狭めていく。照射終了時には、シャッター間の空隙の幅が、グレーティング中心部分の屈折率差が最大で一定の領域の幅に一致するように設定する。このように可動シャッター

16-1、16-2を閉じていくことにより、グレーティング領域の端部から中央部に向かって照射時間が増加する領域を作成することができる。なお、可動シャッター16-1、16-2は、開く方向に動作させても同様である。

【0026】また、可動シャッター16-1、16-2が閉じる（開く）動作は、第1の実施形態におけるマスク15を紙面の上方（下方）に移動させる動作と同等であり、グレーティング領域の紫外光照射時間に応じた屈折率分布は、可動シャッター16-1、16-2の開閉速度によって自由に制御することができる。また、本実施形態では可動シャッターを2つの部品で示しているが、1つの部品で両者が連動する構造のものでもよい。また、カメラの絞り機構のように同心円状に開閉するものでもよい。

【0027】（作成方法の第3の実施形態…請求項3、5、8）図8は、本発明の作成方法の第3の実施形態を示す。図8(a)において、紫外光レーザ11、ハーフミラー12、全反射ミラー13-1、13-2、グレーティングを作成する光ファイバ14の構成および機能は同様である。マスク17は、紫外光の透過率が中央部から両端部に向かって低くなっており、グレーティング領域の両端部で長手方向に照射する紫外光の光量を変化させる。図8(b)はマスク17および光ファイバ14をマスク側からみた図であり、マスク17の透過率分布をグラデーションで示す。白色部分は透過率が高く、黒色部分は透過率が低い領域である。

【0028】本実施形態のマスク17を介して紫外光を一定時間照射すると、光ファイバ14に照射される紫外光強度は、マスク17の透過率の空間分布に比例した空間分布をもつ。すなわち、マスク17の透過率が高い部分には屈折率差の大きいグレーティングが形成され、透過率が低い部分には屈折率差の小さいグレーティングが形成される。したがって、マスク17の透過率の空間分布に応じた屈折率分布をもつグレーティングを光ファイバ14に形成することができる。

\*

\*【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光導波路グレーティングは、波長多重光信号の多重分離に使用できない中間波長領域を狭小化することができる。また、光導波路上に形成されるグレーティング領域の両端部で長手方向に紫外光の光量を変化させる手段を用いた作成方法により、本発明の光導波路グレーティングを容易に作成することができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の光導波路グレーティングの第1の実施形態を示す図。

【図2】本発明の光導波路グレーティングの第2の実施形態を示す図。

【図3】本発明の光導波路グレーティングの第3の実施形態を示す図。

【図4】本発明の光導波路グレーティングの第4の実施形態を示す図。

【図5】本発明の作成方法の第1の実施形態を示す図。

【図6】マスク15の他の実施形態を示す図。

20 【図7】本発明の作成方法の第2の実施形態を示す図。

【図8】本発明の作成方法の第3の実施形態を示す図。

【図9】従来の光ファイバグレーティングの作成方法の一例を示す図。

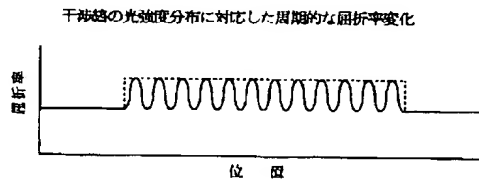
【図10】干渉縞の光強度分布に対応した周期的な屈折率変化を示す図。

【図11】従来の光ファイバグレーティングの屈折率分布と反射率特性を示す図。

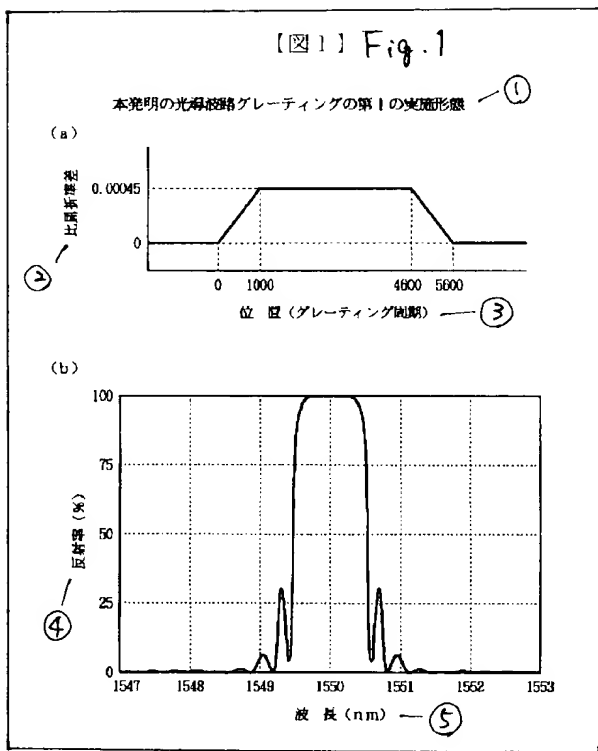
【符号の説明】

- 11 紫外光レーザ
- 12 ハーフミラー
- 13 全反射ミラー
- 14 光ファイバ
- 15 マスク
- 16 可動シャッター
- 17 マスク

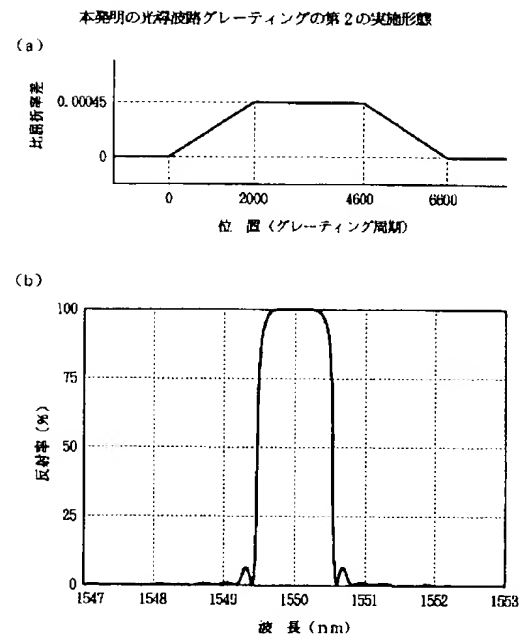
【図10】



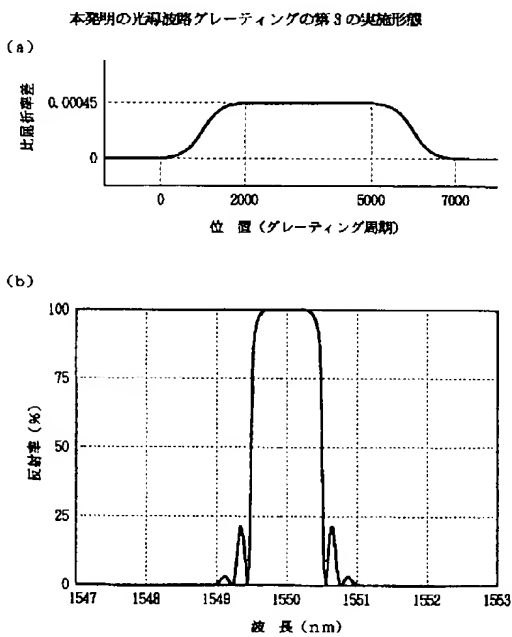
【図1】 Fig.1



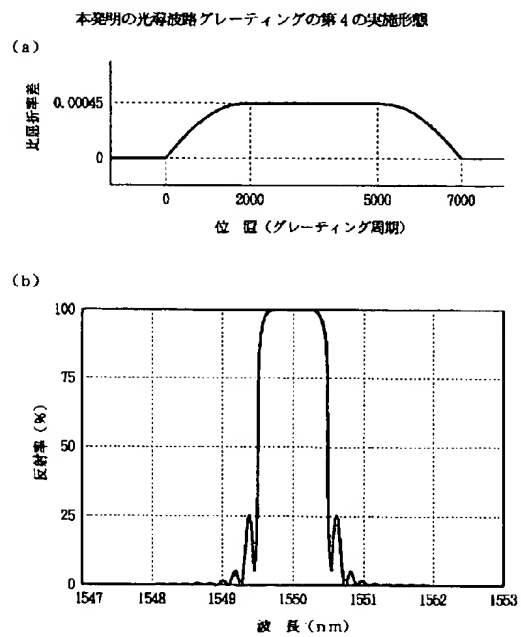
【図2】

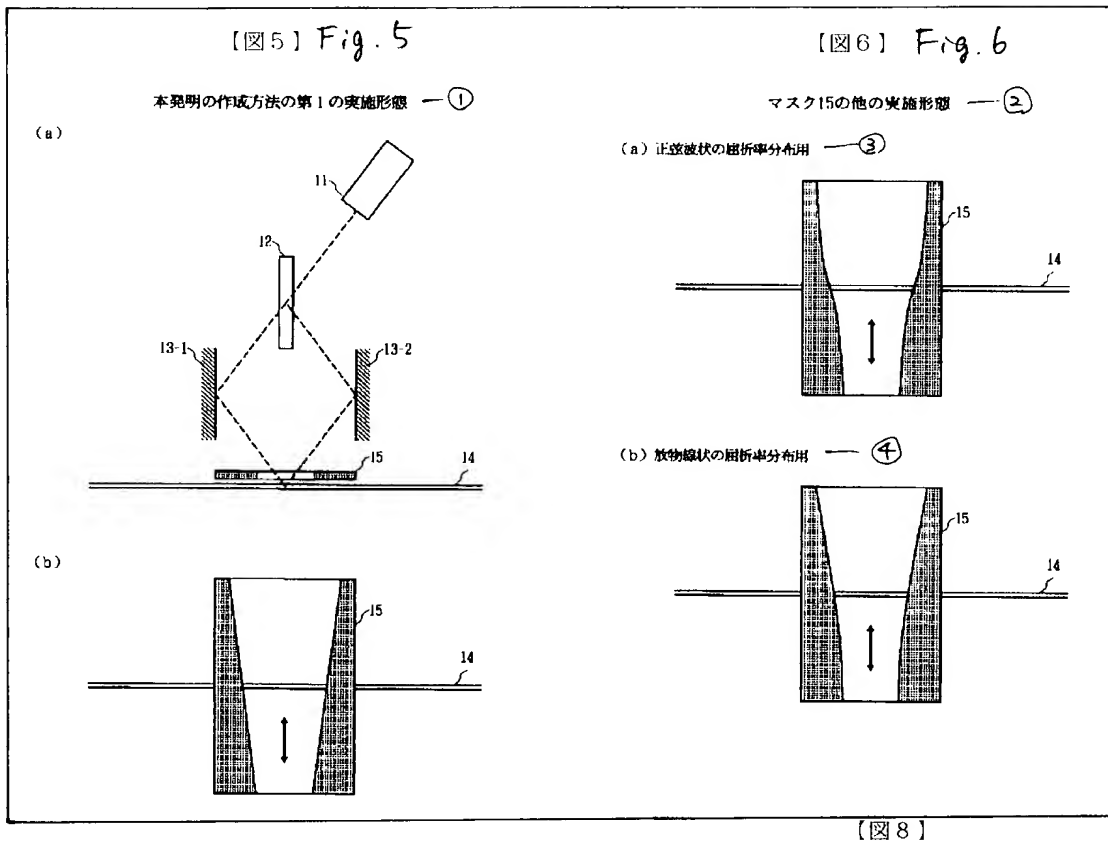


【図3】

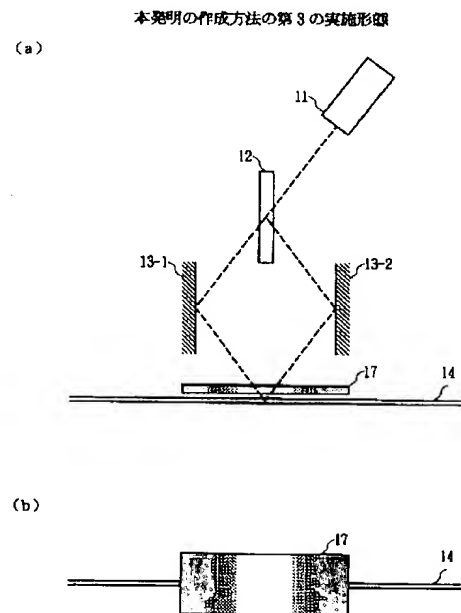
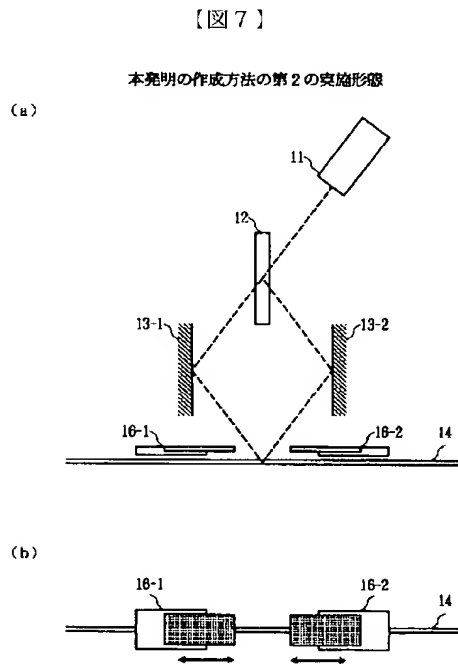


【図4】



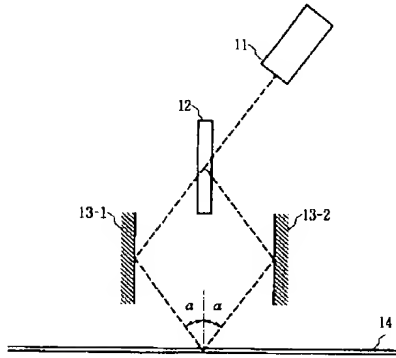


【図8】



【図9】

従来の光ファイバグレーティングの作成方法の一例



【図11】

従来の光ファイバグレーティングの屈折率分布と反射率特性

